



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Faculty of Natural Resources
and Agricultural Sciences

Renkavlens biologi - möjligheter till kontroll

The biology of black-grass
- possibilities of control

Magnus Jönsson



Foto: Lars Andersson

Institutionen för växtproduktionsekologi
Självständigt arbete i biologi • 15 hp • Grundnivå, EX0689
Agronom mark/växt
Uppsala 2015

Renkavlens biologi - möjligheter till kontroll

The biology of black-grass - possibilities of control

Magnus Jönsson

Handledare: Lars Andersson, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för växtproduktionsekologi

Examinator: Robert Glinwood, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för växtproduktionsekologi

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: Grundnivå

Kurskod: EX0689

Program/utbildning: Agronom mark/växt

Utgivningsort: Uppsala

Utgivningsår: 2015

Omslagsbild: Lars Andersson

Elektronisk publicering: <http://stud.epsilon.slu.se>

Nyckelord: Renkavle, *Alopecurus myosuroides* Huds., bekämpning, herbicidresistens, groningsvila, gräsogräs, utbredning, klimatförändring, höstspannmål, växtföljd, falsk såbädd, fördröjd sådd, ALS-hämmare, ACCase-hämmare

Key words: Black-grass, *Alopecurus myosuroides* Huds., weed control, herbicide resistance, seed dormancy, grass weeds, distribution, climate change, winter cereal, crop rotation, stale seedbed, delayed drilling, ALS-inhibitor, ACCase-inhibitor

Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Faculty of Natural Resources and Agricultural Sciences
Department of Crop Production Ecology

Sammanfattning

Renkavle har under lång tid varit ett stort problem för lantbrukare i stora delar av norra Europa och har etablerat sig på större arealer även i Sverige. Genom sin biologi är renkavle mycket väl anpassad till odling av höstsådd spannmål, speciellt i kombination med reducerad jordbearbetning. Det finns en ökande trend av både höstsådd spannmål och reducerad jordbearbetning som talar för att problemen med renkavle kommer att öka framöver. Även den pågående klimatförändringen mot ett varmare klimat i Sverige förbättrar förutsättningarna för att renkavle ska etablera sig längre norrut. Renkavle är ett ogräs som kräver en mycket hög grad av kontroll för att inte öka kommande år eftersom fröproduktionen hos renkavle kan vara mycket stor. Detta innebär att när renkavle har etablerat sig på ett fält är den mycket svår att bli av med. För att uppnå långsiktig kontroll av renkavle krävs därför att alla bekämpningsmetoder har som mål att minimera fröproduktionen. Stora bekämpningsinsatser fordras för att uppnå den grad av kontroll som krävs för att undvika en uppförökning och de betydande skördeförluster som annars blir följden. Det finns en utbredd herbicidresistens i renkavle vilket gör att det inte långsiktigt går att basera en bekämpningsstrategi på enbart kemiska insatser samtidigt som vissa kemiska insatser troligtvis är nödvändiga för att uppnå tillräcklig kontroll. Eftersom det är både svårt och kostsamt att framgångsrikt bekämpa renkavle är det viktigt att lantbrukare genomför förebyggande åtgärder för att motverka att renkavle etablerar sig på deras mark. Förebyggande åtgärder inkluderar begränsning av fröspridning med maskiner, omväxlande växtföljd samt en genomtänkt strategi gällande herbicidanvändning för att fördröja uppkomst av resistens. För att öka grödans konkurrensförmåga gentemot renkavle kan höstsådden senareläggas eller utsädesmängden ökas. Även genom sortvalet kan grödans konkurrensförmåga ökas, då genom att välja sorter med snabb tillväxtstart, god marktäckning eller allelopatisk förmåga. En uthållig bekämpningsstrategi innefattar också användning av mekaniska metoder för att minska användning av kemiska preparat vilket i sin tur minskar selektionstrycket för utveckling av herbicidresistens. Mekaniska metoder som är möjliga att använda för att bekämpa renkavle är bland annat falsk såbädd, plöjning och ogräsharvning. För att som lantbrukare vara framgångsrik i sin bekämpning av renkavle krävs väl avvägda beslut om insatser och noggrannhet i de odlingsåtgärder som används samt en större användning av icke-kemiska metoder för bekämpning. Genom denna genomgång och sammanställning av tillgänglig litteratur och publicerade studier är förhoppningen att rådgivare och lantbrukare ska få vägledning om hur renkavle bäst bekämpas.

Abstract

Black-grass has long been a major problem for farmers in large parts of northern Europe and has also infested large areas in Sweden. Through its biology black-grass is very well adapted to winter cereal cropping systems, especially in combination with reduced tillage. Currently there is a trend of increased winter cereal cropping and reduced tillage which implies that the problems with black-grass are likely to increase in the years to come. The ongoing climate change towards a warmer climate in Sweden improves the conditions for establishment of black-grass further north. Black-grass is a weed that requires a very high degree of control in order to prevent it from increasing in severity the following year since the seed production in black-grass can be very high. This also means that, once black-grass has infested a field, it is very difficult to eliminate. Long-term control of black-grass requires that all control measures aim to minimize seed return. Major control actions are required to achieve the level of control that is needed to avoid an increase of black-grass and the significant yield loss which otherwise will be the consequence. Herbicide resistance in black-grass is widespread. The prevalence of resistance makes it impossible to base a long-term control strategy solely on herbicides, although herbicides most likely are necessary to achieve sufficient control. Since it is both difficult and costly to successfully control black-grass it is important that farmers implement preventive measures to counteract the establishment of black-grass on their land. Preventive measures include limiting the spreading of black-grass seeds by farm equipment, maintaining diverse crop rotations and adopting a sustainable use of herbicides to delay the development of resistance. To increase the competitive ability of the crop the autumn drilling can be delayed or the seed rate increased. In addition the competitiveness of the crop can be increased through the choice of cultivar, by choosing cultivars with early vigor, good ground cover or allelopathic ability. A sustainable control strategy also includes the use of mechanical methods to reduce the usage of herbicides which in turn reduces the selection pressure towards herbicide resistance. Relevant mechanical methods to control black-grass include the use of stale seedbeds, plowing and in-crop harrowing. For a farmer to be successful in the control of black-grass, balanced decision-making concerning actions, thoroughness in the execution of cultivation practices as well as increased use of non-chemical methods of control, are needed. This review and compilation of available literature and published studies is intended to offer guidance to farmers and advisors on how black-grass is best controlled.

Innehållsförteckning

1	Inledning	8
2	Biologi	10
2.1	Varför är renkavle ett ogräs?	13
2.2	Påverkan på skörd	14
3	Utbredning	15
3.1	Herbicidresistens	15
3.2	Resistens i renkavle	17
3.3	Resistens i Sverige	17
3.4	Vad händer i ett förändrat klimat	18
4	Kontrollåtgärder	19
4.1	Förebyggande åtgärder	19
4.2	Mekaniska åtgärder	22
4.3	Kemisk kontroll	23
4.4	Biologiska bekämpningsstrategier	25
4.5	IPM	25
5	Diskussion	26
	Referenslista	31

1 Inledning

Renkavle är ett ogräs som är spritt över stora delar av Europa och leder till stora kostnader för jordbruket i form av bekämpning och skördebortfall. De stora och ökande problemen med renkavle i Europa bottnar i artens utmärkta förmåga att konkurrera i de odlingssystem och växtföljder som finns idag. Dess biologi gör att den trivs i system med reducerad bearbetning eller direktsådd, en stor andel höstsådda grödor och en bekämpningsstrategi som i princip uteslutande förlitar sig på kemiska insatser. Tendensen är att ovan nämnda metoder och strategier ökar även i växtodlingen i Sverige och det finns flera skäl till detta, miljöskäl då ofta på grund av minskat kväveläckage men också ekonomiska skäl, minskad diesel- och tidsåtgång samt att täckningsbidraget för höstsådda grödor ofta är högre än för vårsådda grödor. Det finns en ökande förekomst av renkavle i södra Sverige och med ett förändrat klimat med varmare vintrar och odlingssystem som ytterligare rör sig i den riktning som de ovan nämnda trenderna finns det starka skäl att tro att renkavle kommer vara ett stort problem för lantbruket i Sverige även i framtiden. Eftersom bekämpningen av renkavle nästan uteslutande har gjorts med kemiska metoder så finns det nu utbredda problem med herbicidresistens i både Sverige och övriga Europa. Problemen med resistens har lett till ett minskat urval av tillräckligt effektiva preparat vilket i sin tur leder till utveckling av ytterligare resistens.

Det agronomiska perspektivet är genomgående för hela uppsatsen och fokus ligger på renkavlens biologi och hur den kunskapen kan utnyttjas i bekämpningen. Litteraturgenomgången har tagit avstamp i en omfattande sammanställning gjord av bland annat Peter Lutman och Stephen Moss, Rothamsted Research station, UK, med mångårig forskningserfarenhet när det gäller renkavlens biologi och kontroll.

För att finna lämplig litteratur gick jag inledningsvis igenom referenserna till Lutman & Moss sammanställning. Jag sökte upp de relevanta artiklarna och kategoriserade dem för att överblicka informationen. Därefter sökte jag vidare litteratur med hjälp av bibliotekets söktjänst Primo och Google Scholar för att kunna

söka så brett som möjligt. Exempel på söktermer som jag använde var "Alopecurus myosuroides" i kombination med "black-grass", "biology", "management", "stale seedbeds", "cultivation", "seed dormancy", "herbicide-resistance", "target-site resistance", med flera. För att nå relevant information på svenska sökte jag även med svenska söktermer, exempel på dessa är "renkavle", "Alopecurus myosuroides", i kombination med "utbredning", "resistens", "ogräsharvning", med flera. Jag har även hittat litteratur på biblioteket genom sökningar efter böcker och konferenstryck i Primo med liknande söktermer som ovan nämnda. Via min handledare Lars Andersson har jag också fått tips om artiklar och namn på forskare med vars namn jag sedan har letat upp artiklar som de har skrivit. Jag har även fått information genom mailkontakt med Henrik Hallqvist¹ på växtskyddscentralen.

Målet med uppsatsen är att genom en litteraturgenomgång på området ta fram faktaunderlag åt rådgivare och lantbrukare om hur renkavle bäst bekämpas.

Hur omsätter vi kunskapen från Europa i Sverige? Vad kan vi lära oss och vilka misstag kan vi undvika. Hur ska vi förhålla oss till renkavlens förmåga att utveckla resistens och hur kan svenska lantbrukare arbeta för att minska risken för resistensutveckling? Uppsatsen syftar även till att klargöra vilket oerhört potent ogräs renkavle är och genom att påvisa detta motivera ytterligare ansträngningar för förhindrande av spridning och bekämpning av arten i Sverige.

Vissa avgränsningar har gjorts för att arbetet ska kunna rymmas inom de ramar som gäller för ett kandidatarbete. Resistensutveckling beskrivs och diskuteras översiktligt med perspektiv på hur det påverkar den praktiska odlingen. Hur uppkomsten av resistens går till på gennivå eller molekylär nivå tas inte upp. Gällande resistenssituation och utbredning behandlas den globala och europeiska nivån översiktligt medan fokus ligger på situationen i Sverige. Även klimatförändringarnas påverkan på renkavle är begränsat till svenska förhållanden.

¹ Henrik Hallqvist, rådgivare ogräs, rådgivningsenheten söder, Jordbruksverket, 2014-11-25

2 Biologi

Renkavle (*Alopecurus myosuroides* Huds) är en ettårig gräsart, 30-60 cm hög och något tuvad (Fogelfors, 2012). Vid stråbasen är strået ofta knäböjt och har en lilaaktig färg (Naylor, 1972a). Bladen framkommer rullade, är kala med tydliga bladlistor, sträva längs bladkanter och översida. Bladslidorna är kala och rödvioletta (Fogelfors, 2012). Hos en fullvuxen planta är de långspetsade bladen något blågröna och saknar bladöron (Anderberg 2000; Fogelfors 2012). Småaxen är enblommig med långt utskjutande borst och sitter samlade i en axlik cylindrisk vippa (Fogelfors, 2012). Axvippan är smal, spenslig, tät och avsmalnande i båda ändar 4-8 cm lång och småaxen är blågröna men antar ofta en violettbrun ton i soliga lägen (Anderberg, 2000). Till skillnad från andra arter av släktet *Alopecurus* har skärmfjällen en vingad sträv knöl upptill (Olsson, 2007). Strået är slankt, slätt och uppträder sällan ensamt. De blommande axen blir synliga i spanmålsgrödor när de sticker upp ovanför beståndet i maj och juni (Bond et al., 2007).

Renkavle trivs bäst på styva leror där medeltemperaturen i juli överstiger 15°C samtidigt som årsnederbörden är mindre än 1020 mm (Naylor, 1972a). Eftersom rotsystemet hos unga plantor är grunt är de toleranta mot vattenmättad jord på hösten (Naylor, 1972a).

Renkavle är en långdagsväxt och blomningen pågår mellan maj och augusti i Storbritannien (Naylor, 1972a). Holm et al.(1997) menar att blomningen pågår från mitten av april till juni. Blommorna är självinkompatibla och vindpollinerade (Holm et al., 1997). I toppen av axvippan påbörjas blomningen först och fortsätter sedan kontinuerligt nedåt i axvippan (Naylor, 1972a). Blomningen pågår under 7 till 10 dagar och sedan drösar fröna 13 till 30 dagar därefter (Holm et al., 1997).

Överlevnaden hos drösade frön i början och slutet perioden är lägre än för de frö som drösar i mitten (Bond et al., 2007). I England har 95 % av fröna drösat vid tidpunkten för skörd av höstveten medan endast 50 % av fröna har drösat vid tidpunkten för skörd av höstkorn (Holm et al., 1997).

Renkavle uppvisar två tydliga uppkomsttoppar under fältförhållande, en topp på hösten och en topp på våren (Andersson, 2010). Under fältförhållande gror en

majoritet av renkavlefröna på hösten från september till november, den exakta andelen beror på vilka väderförhållande som råder. Dock gror vissa frön även under vintern (i Storbritannien) och på våren (Naylor, 1972a). Om det råder ogynnsamma groningsförhållanden under hösten så blir antalet frö som gror på våren större (Thurston, 1972). Under sommaren gror inga frön, detta tros bero på höga temperaturer, beskuggning av grödan, den medfödda (primära) groningsvilan hos de nyligen drösade fröna (Naylor, 1972a) och den sekundära groningsvilan hos tidigare års frön (Andersson & Åkerblom, 2009).

Under fältmässiga förhållande kommer 95 % av de uppkomna plantorna från frön som ligger i de översta 30 mm jord och mer än 50 % från de översta 10mm (Cussans et al., 1979). Thurston (1972) fann att plantor kan nå ytan från ett djup på 100-120 mm men detta anses endast ske för ett fåtal plantor. Uppkomsten hos renkavle är långsammare än hos spannmål och kommer generellt upp minst en vecka efter spannmålen (Naylor, 1972a). De unga plantorna är känsliga för störningar såsom packning, speciellt under blöta förhållanden, där detta leder till försämrad tillväxt (Naylor, 1972a). Tillväxten avstannar vid 5°C (Bond et al., 2007). Groddplantor är känsligare för frost än plantor som har bestockat sig på hösten. Unga plantor överlever temperaturer ner till -8°C. Bestockade plantor kan överleva betydligt lägre temperaturer ner till -25°C då de fryser, dock hämtar plantorna sig när temperaturen ökar (Bond et al., 2007). Andersson & Milberg (2006) fann att biomassan var lägre och dödligheten högre hos renkavle längre norrut när plantor odlades i Lund, Linköping och Uppsala. Sidoskottsbildningen börjar när plantan är i 3- till 4- bladsstadiet (Holm et al., 1997; Naylor, 1972a). Generellt övervintrar plantan i ett stadium från två blad till 5 sidoskott. (Naylor, 1972a). En höstgroende renkavleplanta kan producera sidoskott på både hösten och på våren (Holm et al., 1997). Plantor som bestockar sig på hösten producerar sidoskott som är mer eller mindre horisontella vid stråbasen vilket ger plantan en rosettliknande form medan plantor som bestockar sig på våren har mer upprättstående sidoskott (Naylor, 1972a). Vernaliseringskravet hos renkavle är inte absolut utan renkavle kan blomma utan föregående vernalisering men dock påskyndas blomningen hos plantor som är vernaliserade (Bond et al., 2007).

Renkavle kan i princip bilda obegränsat med sidoskott om plantorna får växa utan konkurrens, i England har plantor med så många som 150 sidoskott observerats (Holm et al., 1997). Det vanligaste är dock plantor med 2-12 sidoskott (Holm et al., 1997). Tiden för groning påverkar starkt plantans tidiga utveckling; plantor som har grott tidigt producerar fler sidoskott eftersom konkurrensen är mindre från grödan (Holm et al., 1997). Varje renkavleplanta producerar mellan 50 och 6000 frö (Bond et al., 2007). Plantor från frön som grott mellan augusti och mars producerar alla ungefär lika många frön per planta men i de sent uppkomna plantorna är axen längre och tätare (Holm et al., 1997). Naylor (1972a) kom i experiment

gjorda i växthus fram till att tillväxten hos renkavle reduceras mer av närvaro av veteplantor än av lika många andra renkavleplantor.

De flesta frön hos renkavle har en viss grad av medfödd groningsvila vid tidpunkten för fröspridning vilket medför att de inte gror omedelbart vid drösning (Cook et al., 2006). Dock är denna groningsvila förhållandevis svag i jämförelse med andra ogräs och fröna gror från samma höst om groningsförhållandena är gynnsamma (Cook et al., 2006). Andersson & Åkerblom (2009) visade att renkavle har vinterannuell groningsvila. Den medfödda groningsvilan varar i vissa fall endast några veckor (Moss, 2013). Förstärkt groningsvila kan uppstå under flera olika fältförhållanden, fröet begravs djupt, marken är väldigt blöt eller låga marktemperaturer (Naylor, 1972a). Den medfödda groningsvilan reduceras dock om fröna mognar under varma och torra förhållanden (Moss, 2013). I försök av Cook et al. (2006) genomförda under kontrollerade miljöförhållanden tyder också på att temperaturstress under fröets mognadsfas är den faktor som har störst inverkan på graden av groningsvila. Under fältförhållande infaller detta mellan mitten av juni till mitten av juli (Cook et al., 2006). Låg grad av groningsvila ansågs vara ett resultat av kombinationen av en högre maxmedeltemperatur samt en högre minmedeltemperatur jämfört med långtidsmedeltemperaturen för denna period (Cook et al., 2006). År då medeltemperaturen var lägre än långtidsmedeltemperaturen var graden av groningsvila högre (Cook et al., 2006).

Groning hos renkavle stimuleras av ljus och skiftande temperaturer (Naylor, 1972a). Renkavlefrön har en minimitemperatur för groning i intervallet 0-5°C (Andersson, 2010). Det råder delade meningar om vad som är den optimala temperaturen för groning. Naylor (1972a) menar att för frön som ligger i jorden är optimal temperatur för groning cirka 17°C och för frön som ligger på ytan uppnås en topp i groning vid 24°C. Bond et al. (2007) menar att den optimala temperaturen för groning är 8°C.

Andersson & Åkerblom fann att uppkomst hos renkavle till största delen var begränsad till hösten, detta troligen på grund av det låga ljuskrav som finns hos fröna under denna period. Den positiva inverkan av ljus på groningen styrks av preliminära resultat av Bond et al. (2007) där groningen hos renkavlefrön observerades vara sex gånger högre när fröna utsattes för ljus. I undersökningar om groningsvila av Andersson & Åkerblom (2009) fann man att renkavle grodde i mindre utsträckning på våren under suboptimala ljusförhållanden, i mörker och efter en kort exponering av ljus än vid 12 timmars dagligt ljus vilket resulterade i en sämre uppkomst på våren. Andersson & Åkerblom (2009) menar att detta beror på att renkavle fröna blir mindre ljuskänsliga efter att ha blivit utsatta för kall stratifiering, vilket sker under vintern. Groningshastigheten hos renkavle ökar med mängden ljus och fröets ålder (Bond et al., 2007).

Frö kan förbli livsdugliga i upp till 4 år i marken och längre om de förvaras torrt (Naylor, 1972a). Maximal groning i fält kräver god markfukt med vattenhalt nära fältkapacitet (Bond et al., 2007). Tidpunkten för groning hos renkavle sammanfaller väl med tidpunkten för sådd av höstspannmål vilket leder till att vissa frön gror innan sådd, medan andra frön gror i spannmålsgrödan (Cook et al., 2006). Cook et al. (2006) bedömde att uppkomsten hos frön som hade starkare groningsvila var fördröjd med åtminstone 6-8 veckor, även vid tillräcklig markfukt. Hos frön med starkare groningsvila var andel livskraftiga frön större sent på hösten än hos frön med svag groningsvila (Cook et al., 2006). Bond et al. (2007) fann att uppkomsten hos renkavle var som lägst under förhållande med fin aggregatstorlek vilket de menar sannolikt beror på ljuset inte når lika långt ner i marken vid förhållande med fin aggregatstorlek.

De frön som drörsar först och sist har en lägre livsduglighet jämfört med de frön som drörsar vid drösningens mest intensiva skede (Bond et al., 2007). Livsdugligheten varierar mellan 45 % och 77 % (Bond et al., 2007). Även om de frön som begravs djupt av plöjning kan bevara sin livsduglighet under en lång tid så kommer enligt Naylor (1972a) cirka 2/3 av groddplantorna från frön som är yngre än 1 år. Enligt Moss (2013) är överlevnaden hos begravda frön 20 % till 30 % per år och således efter 3 års begravning så är endast 1 % till 3 % livsdugliga. Dock kan detta vara en ansevärd mängd frön eftersom fröbanken i ett fall har uppmätts till 64 500 frön per m² (Roberts et al., 1986). Uppskattning av fröproduktionen hos renkavle är problematisk eftersom det finns en stor variation mellan olika år, Naylor (1972a) anger variationer på 40-95%.

2.1 Varför är renkavle ett ogräs?

Det finns många anledningar till varför en växt bör klassas som ett ogräs, men flertalet inbegriper betraktandet av en växt som en olägenhet som på något sätt hindrar eller påverkar mänsklig aktivitet (Naylor et al., 2002). European Weed Science Society, 2008 definierar ogräs som "any plant or vegetation, interfering with the objectives or requirements of people". Baker (1965) för fram ett antal egenskaper som en växt skulle ha för att vara ett idealt ogräs. Framgångsfaktorer skulle vara, förmåga att gro i många miljöer, varierande groningsvillighet (endogen kontroll) med långlivade frön, tidig fröproduktion, lång period av fröproduktion, snabb tillväxt i groddplantstadium, speciella konkurrensförmågor, hög fröproduktion under gynnsamma förhållanden, viss fröproduktion under ogynnsamma förhållanden, förmåga att sprida sig långa och korta sträckor samt förmåga till korspollinering och självkompatibilitet (Baker, 1965). Från ovanstående kan slutsatsen dras att renkavle utgående från dess biologi har mycket goda förutsättningar att vara ett framgångsrikt ogräs. Till exempel kan fröproduktionen vara omfattande

vilket medför att om den tillåts föröka sig okontrollerat så kan populationerna öka explosionsartat; detta bekräftas av Moss (2013), som anger en möjlig ökningstakt på 30 gånger på ett år. Även förmågan till korspollinering är en egenskap som går att finna hos renkavle. För ettåriga ogräs är det speciellt viktigt att kunna bygga upp en fröbank i marken så att populationen kan fortleva även efter år där fröproduktionen har misslyckats (Andersson & Milberg, 2002). Även detta stämmer in på renkavle som tack vare sin gröningsvila kan bygga upp en fröbank vilket gör att den långsiktigt kan överleva i marken. Att gröningsvilan är till viss del variabel gör att arten än mer problematisk. Enligt Naylor & Lutman (2002) har viktiga ogräs ofta bara vissa av dessa egenskaper. Därför kan slutsatsen dras att renkavle, som har flertalet av ovan nämnda egenskaper, har potential att vara ett problematiskt ogräs.

Naylor & Lutman (2002) menar att det odlingsmässiga klimatet där ogräset finns samt hur lantbrukaren brukar sin mark är lika viktigt som ovan nämnda egenskaper. Även Andersson & Milberg (2002) nämner samspelet mellan klimat, odlingsåtgärder och odlingssystem som betydelsefulla för om en växt kan etablera sig som ett ogräs. Men även på denna punkt gör renkavlens biologi att den har utsikter att vara mycket besvärlig för lantbrukaren med tanke på att den hinner fullborda sin livcykel innan grödan skördas (gäller speciellt för höstvete) och gror i samband med sådd av grödan (speciellt för höstvete).

2.2 Påverkan på skörd

Moss (2013) beskriver renkavle som ett bedrägligt ogräs vars effekt på skörden är svår att förutspå på fältnivå. Variationen i skördebortfall vid olika nivåer av renkavlepopulationer är stor vilket visas i Blair et al. (1999). Moss (2013) beskriver skördebortfall på 0,4-0,8 ton vete per hektar vid en planttäthet på 12-25 renkavleplantor per kvadratmeter och över 2 ton vid tätheter på 100 renkavleplantor per kvadratmeter (baserat på en skördenivå på 8 ton vete per hektar).

Renkavle orsakar skördebortfall främst genom dess konkurrens om växtnäring med grödan och då framförallt kväve (Moss, 2013). Även Naylor (1972b) anger konkurrens om kväve som en huvudsaklig anledning till skördebortfall. I experimentet visades att renkavlens hölls tillbaka mer av grödan vid höga kvävenivåer (Naylor, 1972b). Renkavlens konkurrensförmåga beror till stor del på dess stora förmåga att bestocka sig, vilket till stor del beror på grödans tillstånd (Moss, 2013). Skördebortfall på grund av konkurrens med renkavle uppstår ofta på hösten och det ger därför skördemässigt större vinst med tidig kontroll av renkavle än senare kontroll, även om graden av kontroll är högre vid det senare tillfället (Holm et al., 1997).

3 Utbredning

I Europa beror renkavlens utbredning och täthet i huvudsak på odlingssystemet och jordtyp snarare än på klimatet även om den föredrar svala och fuktiga förhållande (Moss, 2013). Renkavle är ursprungligen från Europa och medelhavsområdet men är till viss del spridd i Asien, USA och Oceanien (Holm et al., 1997). Även om renkavle förekommer i stora delar av Europa är arten speciellt problematisk i Storbritannien, Frankrike, Tyskland samt vissa delar av Belgien och Nederländerna (Moss, 2013). Det förefaller som renkavle ökar i Danmark, i södra Sverige och i länder längre österut såsom Polen (Moss, 2013).

Det görs inga inventeringar av renkavle men Hallqvist¹ anger att förekomsten i Sverige har ökat kraftigt och den största utbredningen finns i västra Skåne. Renkavle förekommer även på Gotland, i Västergötland och Östergötland. Enstaka fynd har gjorts i Blekinge och Halland.²

3.1 Herbicidresistens

Moss (2002) definierade herbicidresistens som ”the inherited ability of a weed to survive a rate of herbicide which would normally result in effective control”. Resistensutveckling är en evolutionär process där en population går från att vara mottaglig till att vara resistent (Moss, 2002; Moss et al., 1994). Dock är det inte så att individuella plantor går från att vara mottagliga till att vara resistent utan snarare att andelen resistent plantor ökar i en population över tid (Moss et al., 1994; Moss, 2002). Detta sker genom att det naturligt förekommer individuella plantor i en population som är resistent mot en viss herbicid och genom upprepad användning av den herbiciden skapas en selektion för resistent plantor (Andersson, 2010).

2. Henrik Hallqvist, rådgivare ogräs, rådgivningsenheten söder, Jordbruksverket, 2014-11-25

Enligt Moss (2002) är ”target site” resistens (målplatsresistens) och metabolisk resistens (”enhanced metabolism”) de resistensmekanismer som är mest väldokumenterade och menar att ”target site” resistens är den resistensmekanism som allmänt anses vara den vanligaste. Han nämner dock att det finns flera andra resistensmekanismer. Detta bekräftas av Heap (2014a) som menar att det finns fem primära resistensmekanismer för herbicidresistens.

”Target site” resistens är resultatet av mutationer som förändrar den aktiva ytan som herbiciden ska binda till och på så vis förhindras eller reduceras herbicidens förmåga att binda in (Heap, 2014a). ”Target site” resistens är oftast absolut vilket innebär att ingen effekt av herbiciden går att finna på plantan även om dosen ökas till många gånger den normala (Moss, 2002).

Metabolisk resistens är den ökade förmågan hos en växt att bryta ned en herbicid innan den dödar växten (Heap, 2014a). Herbicider kan användas till att kontrollera ogräs i många grödor just för att grödan har en förmåga att bryta ned herbiciden medan ogräset inte har det (Moss, 2002). I de flesta fall kan ogräs redan bryta ned herbiciden men inte tillräckligt snabbt för att undgå att dö, alltså är skillnaden mellan en mottaglig växt och en resistent gällande metabolisk resistens kvantitativ snarare än kvalitativ (Moss, 2002).

Begreppet korsresistens används ofta för att beskriva fall där en ogräspopulation är resistent mot två eller flera herbicider, av samma eller olika kemiska klass, på grund av en enda resistensmekanism (Moss, 2002). Heap (2014a) anger att den vanligaste typen är ”target-site” resistens. Det innebär att målplatsen (enzymet) har förändrats vilket leder till resistens mot andra herbicider som hämmar samma enzym.

När fler än en resistensmekanism uppträder i samma planta är det brukligt att benämna detta som multiresistens (Moss, 2002; Heap, 2014a). Dock påpekar Moss (2002) att svårigheten ökar att definiera vad som är en, enda, distinkt mekanism, vilket leder till att begreppet ”multiresistens” ofta används för att visa på resistens mot en rad olika herbicider med olika verkningsmekanismer oavsett vilka mekanismer det berör. Han framhåller att det inte finns några universellt accepterade definitioner på resistens, ”korsresistens” eller ”multipel resistens” och att andra tolkningar ofta kan påträffas. Dock verkar det finnas en relativt god samsyn gällande dessa begrepp i vetenskaplig litteratur (egen kommentar).

För att underlätta för forskare, rådgivare och lantbrukare har flera olika klassificeringssystem utifrån verkningsmekanism för herbicider skapats. Det som används av flest länder är det som skapats av HRAC, *Herbicide Resistance Action Committee* (Heap, 2014b).

3.2 Resistens i renkavle

Det finns utbredd herbicidresistens bland renkavle i Europa och Moss et al. (2007) beskriver det som det viktigaste exemplet på resistens i Europa. Resistenta populationer av renkavle finns i många länder i Europa och även i Sverige. Beroende på källa så finns resistens i 10 (Moss et al., 2007) eller 14 länder i Europa (Heap, 2014c).

De två vanligaste typerna av ”target site” är resistens mot aktiva substanser av typen, ACCase-hämmare (HRAC grupp A) och ALS-hämmare (HRAC grupp B), (Moss et al., 2007). Den första irreversibla reaktionen (”committed step”) i syntesen av fettsyror katalyseras av enzymet acetyl-CoA karboxylas (ACCase). ACCase-hämmare verkar genom att kraftigt minska aktiviteten av enzymet ACCase vilket leder till ett irreversibelt avbrott i membransyntesen och därmed till avbruten tillväxt och död (Reade & Cobb, 2002). ALS-hämmare verkar genom att hämma enzymet ”acetolactate synthase” som spelar en avgörande roll i syntesen av vissa aminosyror. Detta leder snabbt till att celledelningen stoppas och växten dör inom 10 till 14 dagar (Reade et al., 2002).

Renkavle har utvecklat resistens mot flera olika herbicidgrupper och det finns populationer som är multiresistenta (Heap, 2014c). Det finns olika uppfattningar om vilken som är den vanligaste resistensmekanismen hos renkavle; i WRAG (2003) och Moss et al. (2007) anges att metabolisk resistens är vanligast. Heap (2014a) anger målplatsresistens som den vanligaste, vilket verkar vara mest troligt eftersom den är den färskaste källan. Det är i den här uppsatsen utav mindre betydelse vilken som är den vanligaste, att det finns utbredd resistens med flera olika resistensmekanismer är det väsentliga (egen kommentar).

3.3 Resistens i Sverige

Resistens hos renkavle i Sverige noterades första gången 2001 och resistensen är mest utbredd i nordvästra Skåne (Svenskt Växtskydd, 2014). Sedan dess har växtskyddscentralerna samlat in renkavlefrön från fält belägna på olika platser i Sverige och testat dessa för resistens mot ett antal preparat (Jordbruksverket, Växtskyddscentralerna, 2014b). Av de skånska proverna kommer majoriteten från nordvästra Skåne där problem med renkavle har funnits under många år (Jordbruksverket, Växtskyddscentralerna, 2013b). Svenskt Växtskydd (2014) anger metabolisk resistens som den troligtvis vanligaste men att ”target site” resistens mot Focus Ultra också förekommer (tabell 1).

Tabell 1. *Sammanfattning av resistensläget i Skåne baserat på inventeringar 2001-2013*

Preparat	Verkningssätt	Resistensläge
Event Super	ACCCase-hämmare	Resistens allmän, främst i nordvästra Skåne
Focus Ultra	ACCCase-hämmare	Korsresistens till Event Super finns i flera fält
Atlantis	ALS-hämmare	Ingen känd resistens
Lexus	ALS-hämmare	Resistens i flera fält
Broadway	ALS-hämmare	Enstaka fält med minskad känslighet
Boxer	Lipidsynteshämmare	Enstaka fält med minskad känslighet

3.4 Vad händer i ett förändrat klimat

Klimatförändringarna är en viktig faktor att överväga när förändringar i utbredningsområdet för renkavle diskuteras. Det är inte bara klimatet som sådant som spelar in i hur dess utbredning och konkurrenskraft kommer att se ut, utan även bruksmetoderna och valet av grödor kommer att påverka i mycket stor utsträckning. Enligt beräkningar gjorda av SMHI kommer klimatförändringarna i Sverige att innebära en temperaturhöjning med 2,5–4,5°C under perioden 2071-2100 jämfört med perioden 1961-1990. Vegetationsperioden i hela Sverige ökar med en till två månader utom längst i söder där den ökar ännu mer. Vinterns kallaste dagar blir varmare och så även de varmaste dagarna på sommaren. Nederbördsmängden ökar för alla årstider utom sommaren vilket i kombination med varmare väder kan leda till något torrare förhållanden på sommaren jämfört med nuläget (Ahrné, 2012). I Sverige kommer de förväntade klimatförändringarna i kombination med våra nordliga breddgrader medföra att höstarna blir långa, milda med korta fotoperioder och låg ljusinstrålning (Andersson, 2012). Detta är en kombination som inte står att finna någonstans i världen idag.

I en undersökning av Andersson & Milberg (2006) ansågs renkavle ha nått sin nordliga gräns i Sverige med avseende på klimatbegränsning då överlevnaden hos plantorna var för låg längre norrut för att renkavlens skulle kunna etablera sig. Enligt Stratonovitch et al., (2012) kommer renkavlens nordliga gräns i Storbritannien att förflyttas norrut och således bli ett ökande problem i Skottland.

4 Kontrollåtgärder

Renkavle är likt andra gräsogräs svårare att bekämpa än tvåhjärtbladiga ogräs på grund av sitt nära släktskap med stråsåden (Andersson 2010). Dock måste den bekämpas kraftfullt och god effekt behöver uppnås, över 90 %, detta eftersom det potentiella skördebortfallet är stort samtidigt som renkavlens förmåga till fröproduktion är mycket kraftig (Moss 2013). Denna uppfattning delas av Blair et al (1999) vilka klassar renkavle som en kritisk art för vilken det är nödvändigt med god kontroll, eftersom den är mycket konkurrenskraftig och det således inte finns utrymme för misslyckande i kontrollen. Populationer kan byggas upp mycket fort under gynnsamma förhållanden men kan också minska snabbt om fröspidningen till marken stoppas (Moss, 2013). Då renkavle är ett ettårigt gräsogräs som enbart sprids med frön så är den långsiktiga kontrollen beroende av minimering av fröproduktionen (Moss 1982). För att stoppa en ökning av renkavle i höstveteodling i ett system utan vändande bearbetning så krävs 97 % kontroll (Moss et al., 2013a). För att uppnå så hög grad av kontroll krävs långsiktig tillgång till kemiska bekämpningsmedel vilket medför att en långsiktig strategi måste syfta till att undvika resistensbildning (Andersson 2010).

4.1 Förebyggande åtgärder

Precis som det stora flertalet av problem som kan uppstå inom jordbruket hanteras renkavle bäst genom förebyggande åtgärder. Minimera risken att renkavle sprids till fält och inom fält, genom att rengöra tröskor, pressar och jordbearbetningsmaskiner när de förflyttas mellan fält och undvik förflyttning av halm (Andersson, 2009). Eftersom majoriteteten av renkavlefröna sprids innan tröskning så är utbredningen inom ett fält förhållandevis stationär (Wilson et al., 1991). Detta innebär dock att om renkavle har etablerat sig på en yta eller ett fält så är den mycket svår att bli av med (Wilson et al., 1991; Andersson 2009). Fördelen med renkavlens immobilitet är att om problemet upptäcks i tid kan utbredningen begränsas

genom att plantorna plockas bort innan fröspridning, alternativt kan avdödning ske fläckvis med glyfosat (Andersson, 2009).

Eftersom ogräs är relativt orörliga kan den enskilde lantbrukaren till stor del påverka uppkomsten av herbicidresistens och kan därför också genom sina brukningsmetoder förebygga uppkomst (Moss et al., 2007). Dock gäller det att övertyga lantbrukare att spendera pengar på att motverka resistens även om det kanske aldrig inträffar på deras fält (Moss et al., 2007). Resistensuppbbyggnad beror delvis på antalet behandlade individer över tid, något som är viktigt att inte underskatta (Heap, 2014a). Därför är det viktigt att hålla nere ogräsmängden på fältet eftersom en större ogräspopulation medför att det finns en större sannolikhet att det finns någon planta som har en genetiskt betingad resistens mot bekämpningsmedlet (Andersson, 2009). Det är viktigt att kontinuerligt övervaka sina fält som lantbrukare för att tidigt upptäcka försämrade effekt av ett bekämpningsmedel (Moss, 2002). Om lantbrukaren upptäcker försämrade effekt bör tester omedelbart tas för att konstatera mot vilket bekämpningsmedel motståndskraft har uppkommit (Andersson 2009). För att minska selektionstrycket för resistens bör användningen av bekämpningsmedel varieras mellan preparat från olika herbicidgrupper vid olika bekämpningstillfällen i rotation eller i följd alternativt att tankblandningar med preparat från olika herbicidgrupper används (Moss, 2013). Det är dock viktigt att påpeka att detta inte stoppar utvecklingen av resistens (Heap, 2014a). Vid preparatval för en tankblandning är de två viktigaste faktorerna, att preparaten är aktiva vid olika målplatser och har en hög effektivitet (Moss 2002). Andra viktiga faktorer att ta hänsyn till är att preparaten bör brytas ned via olika biokemiska vägar i ogräset, ha liknande uppehållstid i marken, samt uppnå synergieffekter med det andra preparatet (Moss, 2002). I praktiken finns dock ingen tankblandning som har alla dessa egenskaper (Moss et al., 2007). Vid bekämpning av renkavle bör bekämpningen inte uteslutande förlitas på användning av ACCase-hämmare (HRAC grupp A) och ALS-hämmare (HRAC grupp B, främst sulfonyleureor) eftersom dessa tydligt har en ökad risk för resistensutveckling (Moss, 2013). Renkavle resistent mot dessa uppvisar stor okänslighet eftersom det ofta är en följd av ”target site” resistens (Moss et al., 2007).

De kontrollåtgärder som diskuteras nedan syftar till att bekämpa renkavle med metoder mot vilka den har svårare att utveckla resistens. Förutom att bekämpa storleken på en renkavlepopulation så syftar det också till att minska selektionstrycket för resistens mot kemiska bekämpningsmedel som är viktiga för att uppnå tillräcklig kontroll av renkavle.

Renkavle gynnas av höstsådda spannmåls- och oljeväxtgrödor; ju större andel av växtföljden som består av höstsådda grödor desto större och allvarigare är problemen med renkavle (Bond et al., 2007). Moss (2013) menar att utbredningen av höstsådda grödor är den huvudsakliga orsaken till att renkavle är ett ökande pro-

blem i Storbritannien. Större variation av grödor i växtföljden gör det svårare för en enstaka art att dominera ogräsfloran eftersom odling av icke-spannmålsgrödor gör att lantbrukaren har möjlighet att använda sig av en större arsenal av bekämpningsmedel vilket gör det möjligt att bekämpningsmedel med andra verkningsmekanismer (Moss et al., 1994; Moss 2002). Radsådda grödor gör att radhackning kan användas för mekanisk bekämpning i växande gröda (Moss, 2002).

Eftersom ungefär 80 % av uppkomsten hos renkavle sker på hösten är den ett mycket mindre problem vid odling av vårsådda grödor vilket kan ge en god reduktion av populationen av renkavle (Moss et al., 1994; Moss, 2013). Detta visas också i en sammanställning av Lutman et al. (2013) där försök gjorda av Moss & Hull (2012) visade på en reduktion på i genomsnitt 88 % när en vårvetegröda såddes istället för en höstvetegröda. Moss (2013) menar att vårkorn är mer konkurrenskraftigt mot renkavle än vårvete och reducerar fröproduktionen hos renkavle dubbelt jämfört med vårvete. Han menar vidare att det finns brist på information kring hur effektivt andra vårsådda grödor kan konkurrera med renkavle och hur olika såtidpunkter inverkar. Moss (2013) anger inte anledningen till att vårkorn konkurrerar bättre med renkavle än vårvete. Möjligtvis skulle vårkornets större förmåga till bestockning kunna förklara skillnaden (egen kommentar). Gällande havre bör det tilläggas att ingen kemisk bekämpning är möjlig i havre och därför ska inte havre odlas där det finns renkavle (Andersson, 2009).

Vallodling och träda är traditionella metoder för att för att bekämpa ogräs och har ökat som metod i Storbritannien vid populationer av renkavle med höga tätheter (Moss et al., 2013). Roberts et al. (1986) uppmätte på ett fält en fröbank på 64 500 frön/m², men efter 4 år med ett år av vårkorn följt av en 3-årig vall hade fröbanken minskat till 2500 frön/m². Moss et al. (2013) menar att för att avbrott för vall eller träda ska vara av värde ska det pågå i två år eller mer för att signifikant minska fröbanken i marken. Fröbanken minskar med cirka 70-80 % per år enligt Lutman et al. (2013). Vid vallodling och träda är det viktigt att renkavlens inte får sprida sina frön eftersom detta skulle urholka värdet av åtgärden ur ett bekämpningsperspektiv (Moss et al., 2013).

Såtidpunkten för en höstgröda är av betydelse för renkavlens förmåga att etablera sig; en tidig såtidpunkt är gynnsam för renkavlens eftersom den då sammanfaller med uppkomsttoppen samt ger tid för kraftig bestockning innan vintern vilket ger fler ax med fler frö (Naylor, 1972a). Senare sådd ger mindre konkurrenskraftiga renkavleplantor som producerar färre frön per planta (Melander, 1995). Enligt Bond et al. (2007) leder sådd av höstspannmål före den 25 oktober till ökad förekomst av renkavle medan sådd efter den 5 november minskar förekomsten. Melander (1995) visade att genom att fördröja sådden med 14-16 dagar minskade renkavleförekomsten eftersom dess uppkomst försenades betydligt medan höstspannmålen grodde utan fördröjning. Moss et al. (2013) menar att en av vinsterna

med sen sådd är att mer renkavle tillåts att gro innan sådd och kan dödas med jordbearbetning eller glyfosat. Dock förutsätter fördelarna av en sen sådd att det finns tillräckligt med markfukt för att renkavlen ska gro tidigare (Moss et al., 1994). Den positiva effekten av en fördröjd sådd beror till stor del på rådande väderförhållande samt gröningsvilans styrka hos säsongens drösade renkavlefrön (Lutman et al., 2013). En annan fördel med sen sådd enligt Moss et al. (2013) är att det ger möjlighet för lantbrukaren att använda jordverkande herbicider som appliceras innan uppkomst eftersom markförhållandena är mer fördelaktiga för dessa preparat senare på hösten (fuktigare förhållanden). En senare sådd kan dock ge sämre rotade spannmålsplantor vilket i sin tur leder till sämre torktålighet och i förlängningen till lägre skörd. Detta antas ha inträffat under ett av försöksåren i försöken av Melander (1995). En av riskerna med användning av senare såtidpunkt är att försämrade väderförhållande medför att inte går att så (Moss et al., 2007). Speciellt på styva jordar kan försenad sådd vara problematisk då dessa är svåra att bruka vid höga vattenhalter vilket gör att sådd omöjliggörs, alternativt att resultatet blir stort skördebortfall (Lutman et al., 2013).

Ökad utsädesmängd är en metod som används för att få en mer konkurrenskraftig gröda som kan trycka tillbaka renkavle (Moss et al., 2013). En ökad utsädesmängd påverkar inte främst planttätheten hos renkavle utan den ökade konkurrensen från grödan minskar renkavlens bestockningsförmåga vilket leder till färre ax per planta (Lutman et al., 2013). Moss et al. (2013) bekräftar att tätheter på 300 plantor per kvadratmeter höstvet är mycket mer konkurrenskraftiga mot renkavle än tätheter på endast 100 plantor per kvadratmeter. Lutman et al. (2013) menar att utsädesmängder under 200 plantor per kvadratmeter inte bör användas eftersom det reducerar konkurrenskraften hos höstvet för mycket. Förutom en ökad utsädeskostnad så ökar risken för liggsäd med mycket höga utsädesmängder (Moss et al., 2013).

4.2 Mekaniska åtgärder

Plöjning begraver fröna på ett djup från vilket det är osannolikt att det kommer ske någon uppkomst från (Moss et al., 2013). Renkavle bildar en förhållandevis kortvarig fröbank med en årlig minskning i storleksordningen 70-80 % (Moss et al., 2013). Därför är det i de flesta fall färre tidigare nedplöjda frön som förs upp till ytan vid plöjning (Moss et al., 1994). Där reducerad bearbetning används kan användning av plöjning vissa år i växtföljden effektivt bidra till renkavlekontroll eftersom livskraften hos de frön som plöjs upp har minskat dramatiskt efter att ha varit begravda under flera år (Ballingall, 2010). Moss et al. (2013) påpekar dock att fördelarna med växelvis plöjning är fullständigt beroende av att en god omvårdning av jorden uppnås.

Falsk såbädd efter skörd är en metod för att minska mängden renkavlefrön i marken. Genom en grund kultivering efter skörd skapas en falsk såbädd för att locka renkavlen att gro för att sedan döda groddplantorna med en icke-selektiv herbicid eller med ytterligare jordbearbetning (Ballingall, 2010). Bearbetningen bör inte vara mer än 50 mm djup och helst följas av vältning för att fröna ska uppnå god jordkontakt och bevara fukten i marken (Farmers Guardian, 2013). För att skapandet av en falsk såbädd ska vara framgångsrik krävs att gröningsvilan hos fröna inte är för stark samtidigt som det finns tillräckligt med fukt (Ballingall, 2013). Det är viktigt att inte tillåta renkavleplantorna bli större än två- till trebladsstadiet för att de ska vara lätta att bekämpa samt förhindra uppbyggnaden av ro-textudat i marken som hämmar groning hos andra renkavlefrön (Farmers Guardian, 2013). För att undvika högt selektionstryck för glyfosatresistens bör lantbrukare alternera med glufosinate-ammonium (Farmers Guardian, 2013).

Ogräsharvning och radhackning är möjliga metoder men effektiviteten och användbarheten hos dessa metoder varierar eftersom renkavle är ett av de svåraste ogräsen att kontrollera med dessa metoder (Moss et al., 1994).

4.3 Kemisk kontroll

Beroende på vilken gröda som renkavle ska bekämpas i så kan olika preparat användas. Som ses i tabellen så har ett flertal av preparaten samma verkningsmekanism vilket är problematiskt ur ett resistensperspektiv. Majoriteten av preparaten är av typen ACCase-hämmare och ALS-hämmare vilket är de typer som Moss (2013) menar uppvisar en tydlig förmåga till resistensutveckling.

Tabell 2. Godkända kemiska preparat i Sverige mot renkavle, 3=mycket god effekt >90%, 2=god effekt 70-90%, 1=måttlig effekt 40-70%

Preparat	Aktiva substanser	Effekt	Gröda	Verkningsmekanism
Atlantis OD	Mesosulfuronmetyl +jodsulfuronmetyl-natrium	3	Stråsäd	ALS
Attribut Twin	Propoxikarbazonnatrium+ Jodsulfuron	2	Stråsäd	ALS
Bacara	Diflufenikan+flurtamon	1	Stråsäd	PDS
Boxer	Prosulfokarb	2 ¹	Stråsäd	Lipidsyntes
Broadway	Florasulam+pyroxsulam	2	Stråsäd	ALS
Caliban Duo	Propoxylcarbazone+Iodsulfuron	2	Stråsäd	ALS

Chekker Power	Amidosulfuron+jodsulfuronmetylnatrium+propoxikarbazonnatrium	2	Stråsäd	ALS
Cougar ²	Diflufenikan+isoproturon	2	Stråsäd	PDS/Fotosyntes II
Event Super	Fenoxaprop-p	3	Stråsäd	ACC
Foxtrot	Fenoxaprop-p-etyl	3	Stråsäd	ACC
Lexus 50 WG	Flupyr-sulfuronmetylnatrium	3	Stråsäd	ALS
Monitor	Sulfosulfuron	1	Stråsäd	ALS
Butisan Top	Kvinmerak+metazaklor	3	Raps, rybs	Auxin/ Celldelning
Kerb Flo 400	Propyzamid	3	Raps, rybs	Mitos
Nimbus	Metazaklor+klomazone	3	Raps, ryps	Karotenoid/ Celldelning
Focus Ultra	Cykloksidim	3	Oljeväxter, mm. ³	ACC
Select	Clethodim	3	Oljeväxter, mm. ³	ACC
Roxy	Prosulfokarb	1 ⁴	Stråsäd, potatis	Lipidsyntes
Mais Ter	Foramsulfuron+ jodsulfuronmetylnatrium	3	Fodermajs	ALS
Titus 25 WSB	Rimsulfuron	3	Potatis, fodermaj	ALS
Sencor	Metribuzin	3 ⁴	Potatis, morötter	Fotosyntes II

¹en tidig behandling med max 5 l Boxer rekommenderas mot resistent renkavle

²får inte användas i Sverige efter 2014-11-15

³potatis, sockerbetor, ärtor, klöverfrö, lusern, morötter, lök, rödsvingel

⁴Ogräsdatabasen, kemisk bekämpning, [2014-12-16]

<http://www.jordbruksverket.se/etjanster/etjanster/odling/ograsdatabas.4.35974d0d12179bec28580002385.html>

(Tabellen är baserad på Jordbruksverket, Växtskyddscentralernas Ogräsbrev Nr. 7. 2014-04-24 och Ogräsbrev Nr. 11. 2013-06-10, *Kemisk bekämpning av olika gräsogräs*, aktiva substanser ur Jordbruksverkets, *Kemisk ogräsbekämpning 2014/2015* samt verkningsmekanismer enligt HRAC)

4.4 Biologiska bekämpningsstrategier

Sortvalet har betydelse i grödans förmåga att konkurrera med ogräs; egenskaper av stor vikt är tidig växtkraft och kraftfull vegetativ tillväxt tidigt på säsongen (Bertholdsson, 2011). I en sammanställning av Lutman et al. (2013) beskrivs hur höstvetesorter med stor marktäckning under vår och sommar samt hög infångning av solinstrålning minskar tillväxten hos renkavle. Gemensamt för både höstkorn och höstvete är att de mer konkurrenskraftiga sorterna tenderar att vara längre än de mindre konkurrenskraftiga (Lutman et al., 2013). Strållängden är en del i det komplex av egenskaper som avgör konkurrenskraften mot ogräs, andra egenskaper är bladvinklar, allelopati, kraftfull skott- och rottillväxt (Bertholdsson, 2012b).

Allelopati är en växts förmåga att verka tillväxthämmande på andra växter genom utsöndring av ämnen antingen via roten eller via bladen (Bertholdsson 2012a). I försök visade Bertholdsson (2012a) att rågvete generellt är bättre på att undertrycka renkavle än vete. I samma försök fanns tendenser att det är av betydelse om renkavlen är herbicidtolerant eller inte, även om detta inte är fullt utrett. I ett annat försök (Bertholdsson 2012b) var mängden biomassa hos renkavle endast hälften vid odling av sorter med hög allelopatisk förmåga jämfört med sorter med låg allelopatisk förmåga.

Enligt Lutman et al. (review, 2013) är odling av mer konkurrenskraftiga sorter den åtgärd, av flera tänkbara som har minst påverkan på renkavlepopulationer, men sortvalet kan ändå ha betydelse. Det kan ses som en ”kostnadsfri” åtgärd under förutsättning att sorten inte har några andra negativa egenskaper till exempel, lägre skörd, större sjukdoms mottaglighet eller sämre kvalitet.

4.5 IPM

IPM står för ”Integrated Pest Management” vilket på svenska kallas för integrerat växtskydd och handlar om hållbar användning av kemiska bekämpningsmedel (Jordbruksverket, Integrerat växtskydd – IPM , 2014). IPM ska främja användningen av icke-kemiska metoder av växtskydd för att minska beroendet av kemiska bekämpningsmedel (Moss, 2010). För att arbeta enligt integrerat växtskydd ska lantbrukare enligt Jordbruksverket följa de fyra huvudpunkter som nämns; förebygg, bevaka, behovsanpassa och följa upp (Djurberg, 2014). I praktiken ingår detta i de åtgärder som har beskrivits ovan bland annat växtföljd, sortval, mekaniska metoder och avvägda kemiska insatser.

5 Diskussion

Genom sitt groningsmönster är renkavle perfekt anpassad till odling av höstsäd. Ett samband som tydligt kan ses i både Sverige och i övriga Europa där en ökad utbredning av renkavle sammanfaller med ökad odling av höstspannmål.

Eftersom den geografiska utbredningen av renkavle idag i Sverige är begränsad av klimatet och inte av odlingssystemen är det troligt att den har goda möjligheter att sprida sig norrut i ett varmare klimat. Dock kan det vara viktigt att påpeka att renkavle inte automatiskt blir ett problem på platser där den klimatmässigt skulle överleva. Ökad förekomst av ogräs är alltid negativt men på vissa platser i Sverige är det svårare att använda de kontrollåtgärder som finns tillgängliga. Exempelvis har renkavle potential att bli ett större problem i Östergötland och Västergötland där valet av grödor och därmed olika bekämpningsmedel är mer begränsat jämfört med Skåne, även om klimatet i Skåne är mer gynnsamt för renkavle.

Vid bekämpning av renkavle är vissa grundförutsättningar samma som vid bekämpning av vilket ogräs som helst. Detta är viktigt att ha i åtanke eftersom dessa åtgärder ofta är långsiktigt hållbara och ekonomiskt fördelaktiga. En välgödslad och väletablerad gröda är det bästa vapnet mot ogräs då denna har god konkurrenskraft. För att uppnå detta krävs att lantbrukaren inte glömmer gamla sanningar såsom att ha en bra och fungerande dränering, gott pH-tillstånd och ha god markstruktur.

Likt många andra problem som kan drabba växtodlingen är det viktigt att arbeta förebyggande och att förekomst av renkavle upptäcks tidigt och åtgärdas (Andersson, 2009). Om förekomsten upptäcks innan renkavlen har etablerat en stabil population har lantbrukaren möjlighet att plocka bort de plantor som finns om antalet är få, alternativt bekämpa de fläckar där renkavlen finns med glyfosat för att effektivt utrota den. Eftersom renkavle är både dyr och svår att bekämpa när den väl har etablerat sig finns det i Sverige mycket stora vinster med att hålla sin areal renkavlefri, vilket i praktiken innebär att det är lönsamt att hålla god uppsikt över sina

fält och vid eventuell förekomst ta dessa fläckar ur odling en tid för att fokusera på att utrota renkavlen.

Omväxlande växtföljd är alltid positivt ur ett biologiskt perspektiv och ett bekämpningsperspektiv. Dock finns det ofta ekonomiska och praktiska aspekter som gör att ensidig odling av höstspannmål och främst höstveten dominerar på stora arealer. Moss (1994; 2013) menar att en stor andel vårsådda grödor skulle göra renkavle till ett mycket mindre problem men det finns även delvis motsatt uppfattning att vårsådda grödor inte är någon lösning (Farmers Guide, 2015). I Farmers Guide (2015) menar Dick Neal att renkavle gror när än jordbearbetning genomförs och att plantor som har grott i vårgrödor ofta kan vara svårare att kontrollera än de plantor som finns i höstgrödor. En faktor som gör att vårsådd kan vara svårt att använda som kontrollåtgärd mot renkavle är att de arealer där problemen med renkavle ofta är störst är styva jordar där vårsådd kan vara svår att genomföra på ett bra sätt. Speciellt gäller detta på styva jordar geografiskt belägna där tjälen ofta är otillräcklig för att förbättra jordstrukturen, för att det ska vara möjligt att skapa ett bra såbruk på våren. På dessa jordar är det troligen bättre att använda sig av fördröjd sådd där de mest infekterade fälten sås sist. Det finns naturligtvis risker med sen sådd, sämre etablering leder till större risk för utvintring och sämre konkurrensförmåga mot ogräs. Men Melander (1995) visar senare sådd ger betydligt sämre förutsättningar för renkavlen att utvecklas. Både Moss et al. (2007) och Lutman et al. (2013) nämner riskerna med försämrade väderförhållande vid sen sådd som ett argument mot denna metod. Trenden i Sverige idag är att höstveten sås tidigare än förr, dels för att lantbrukare vill utnyttja sin såmaskin under en längre period och dels för att få så bra etablering som möjligt på hösten. För lantbrukare med renkavle på sina fält blir detta en balansgång där olika risker ska vägas mot varandra, dock bör en återgång till något senare såtidpunkt rekommenderas med tanke på den kraftigt negativa effekt renkavle har på avkastningen.

Med en något senare såtidpunkt blir det så att lantbrukarna också undviker lockelsen att så med alltför låga utsädesmängder, ur ett ogräskonkurrensperspektiv vilket Lutman et al (2013) anser att utsädesmängder under 200 plantor per kvadratmeter är.

Väl avvägd och rätt genomförd jordbearbetning är en viktig del i både en övergripande kontrollstrategi mot renkavle och som en del i en strategi mot resistensutveckling. Jordbearbetningsstrategier vid förekomst av renkavle måste anpassas efter de förhållanden som råder vid tillfället. Viktiga faktorer att ta hänsyn till är groningsvila, fröbank i marken, markfukt och vad det är för gröda som ska odlas. Exempelvis är plöjning att föredra när groningsvilan är djup på de nyligen drödade fröna vilket gör att användning av falsk såbädd ogynnsam. Vid rätt förhållande är falsk såbädd en bra metod för att minska antalet renkavlefrön i marken. Det ställer emellertid krav på att fältet hålls under god uppsikt så att plantorna inte hinner bli

för stora innan de besprutas samt att tänka på risken för utvecklandet av resistens om glyfosat används för intensivt. Plöjning kan också minska risken av renkavlefrön i marken genom att det vänder upp gamla frön som stimuleras till groning och därefter kan bekämpas.

Eftersom en hög grad av kontroll behövs för att renkavle inte ska öka (Moss et al., 2013) är en väl anpassad och rätt utförd kemisk insats nödvändig. För att uppnå maximal effekt är det viktigt att appliceringen görs korrekt med rätt teknisk utrustning, vid rätt väderförhållande och med rätt preparat. Eftersom resistens är ett utbredd problem är hänsyn till dessa faktorer än viktigare än det skulle vara i annat fall. Resistensproblematiken kräver att val av preparat och tankmixar görs med god eftertanke för att undvika att selektionstrycket för en viss substans blir så stor att resistens utvecklas. Det är viktigt att de preparat som finns idag och är effektiva används med omsorg för att de även på sikt ska vara effektiva då det inte har kommit ut några nya aktiva substanser på många år och verkar inte komma några heller (Heap, 2014a). Som Moss (2010) nämner så minskar antalet tillåtna aktiva substanser i EU i samband med översyn. Genom rätt management kan resistensutveckling fördröjas, Cavan et al. (1999) visar genom modellkörningar att resistensutveckling kan fördröjas på obestämd tid om tre olika herbicider med olika verkningsmekanismer roteras och varje herbicid uppnår en kontroll på minst 95 %. I den kemiska kontrollen finns det en brist på tillgängliga medel både med skilda verkningsmekanismer men också i antal tillgängliga medel med tillräcklig effekt på renkavle. Problemet är speciellt tydligt i stråsäd där det i Sverige enda preparatet med klassificeringen ”mycket god effekt” mot renkavle som det inte finns några kända fall av resistens är Atlantis. Därmed inte sagt att övriga medel är oanvändbara. I Sverige är resistensen mot övriga preparat inte alls lika utbredd som den är i exempelvis Storbritannien men det visar att resistens kommer att sprida sig ifall användningen inte sker på ett ansvarsfullt och genomtänkt sätt.

I stråsåden är preparaten ofta av typen ALS-hämmare eller ACC-hämmare medan det finns preparat med andra verkningsmekanismer tillgängliga i andra grödor. Detta visar på några av de fördelar som finns med en omväxlande växtföljd och de fördelar som finns när det är möjligt att odla många olika grödor.

Med ett varmare klimat kommer troligtvis renkavlens nordliga gräns i Sverige att förflyttas norrut. Arealen höstsådda grödor har det senaste decenniet haft en tydligt ökande trend (SCB:a, 2013; SCB:b, 2013). Denna trend kommer troligen att bestå framöver, detta eftersom mildare vintrar kommer att leda till att övervinterningen blir större vilket gör det möjligt att odla höstveten längre norrut i landet (Eckersten, et al., 2008). Även den ökade risken för sommartorka i framtiden kombinerat med ökad risk för negativa effekter på vårsådden som följd av ökad nederbörd är faktorer som talar för en ökad odling av höstsäd (Andersson, 2012). Högre temperaturer på våren skulle göra det möjligt att i större utsträckning dra

nytta av ljusstillgången på våren eftersom höstsådens tillväxt idag vid den tiden i stor utsträckning är begränsad av temperaturen. Speciellt i kombination med ökad risk för sommartorka kan det medföra att höstsådda grödor blir än mer ekonomiskt konkurrenskraftiga jämfört med vårsådda grödor. Som tidigare nämnt är biologin hos renkavle utmärkt anpassad för höstsådda grödor. En förutsättning för att renkavle ska behålla sin konkurrenskraft i höstsådda grödor är dock att dess primära gröningsvila förlängs då tiden mellan skörd och höstsådd kan förväntas öka (Andersson, 2012).

Fördelen med ett förändrat klimat där skörden infaller tidigare samtidigt som det är möjligt att så senare är att lantbrukaren får mer tid att bekämpa fröbanken som finns. En längre tid för kontrollåtgärder på hösten gör också att antalet tillgripbara metoder blir större (Andersson, 2012).

Vissa följder av ett förändrat klimat kan dock missgynna renkavle. Enligt Stratonovitch et al., (2012), som har genomfört modellering gällande framtida konkurrens mellan höstvet och renkavle i Storbritannien, kan ökad frekvens av torrperioder och allvarigare torrperioder göra att renkavle med sitt grunda rotsystem missgynnas jämfört med spannmål. Även konkurrensen från ogräs med C4-fotosyntes, vars förekomst och konkurrenskraft ökar med förändrat grödval och ökad torka, kan missgynna renkavle (Stratonovitch et al., 2012). De senares slutsatser kan naturligtvis inte utan vidare antas stämma för svenska förhållanden överlag men kan möjligtvis vara aktuella för de sydligaste delarna av Sverige. Klimatförändringarna troligtvis kommer att leda till att förhållande uppkommer i Sverige som inte står att finna på någon annan plats idag. Detta gör att det är svårt att göra exakta förutsägelser om framtiden eftersom bedömningar av detta slag ofta görs genom att de förhållanden som kan tänkas råda vid ett förändrat klimat letas upp på någon annan plats i världen och sedan görs antagandet att de förflyttas till Sverige. Hur växtlighet påverkas av förhållanden där höstarna är långa, milda med korta fotoperioder och låg ljusinstrålning som Andersson (2012) tar upp är i dagsläget okänt. För att renkavle ska bevara sin konkurrenskraft krävs att den kan anpassa sig till de förhållanden som kommer att råda i ett förändrat klimat, dock är det troligt att möjligheten till en sådan anpassning är stor eftersom förändringen av klimatet sker relativt långsamt.

Det finns tydliga behov av ytterligare forskning kring renkavle i allmänhet och kring renkavle under svenska förhållanden i synnerhet. Moss (2002) för fram ett behov av att i detalj förstå hur metabolisk resistens fungerar i detalj. Inom området av herbicidresistens och aktiva substanser finns kunskapsluckor att fylla om hur resistensutvecklingen går till och möjligheten att ta fram nya aktiva substanser. Inom kemiområdet behöver även mer praktiska tillämpningar vidare undersökas gällande tankmixar och rotation av preparat vilket Moss et al. (2007) påpekar.

Eftersom små renkavleplantor är känsliga för störningar (Naylor, 1972a) är det intressant att studera ogräsharvning i växande gröda och då främst för svenska förhållanden. Även forskning som fokuserar på renkavlens gröningsbiologi och gröningsvila finns det ett behov för då detta skulle ge bättre beslutsunderlag till rådgivare och lantbrukare om vilka odlingsåtgärder som kan vara lämpliga vid olika årsmåner. Bättre kunskaper kring gröningsbiologin skulle kunna bringa klarhet i det som Dick Neal upplever kring att grönningen numer sker året runt (Farmers Guardian, 2013). Eftersom renkavle endast sprids med frön skulle studier angående renkavlefröns överlevnad i marken samt hur den går att påverka vara användbara. Ytterligare undersökningar om hur olika sorter och radavstånd kan användas för att förstärka grödans konkurrenskraft gentemot renkavle skulle göra det möjligt för lantbrukaren att maximera effekten av dessa icke-kemiska åtgärder.

Med ett ogräs som renkavle krävs noggrannhet och eftertanke i varje del i odlingen. Som Moss (2013) beskriver finns det inget utrymme att misslyckas med kontrollen enstaka år eftersom renkavle kan mångdubblas på ett enskilt år. Detta medför en ökad svårighetsgrad i odlingen och ställer större krav på lantbrukaren att vara dynamisk i sina bedömningar och insatser. För långsiktig kontroll finns det ingen enskild insats som löser problemet utan det krävs flera olika insatser och ett helhetstänk i hela odlingen där insatser anpassas efter rådande förhållande. Detta stämmer bra in på de tankesätt som förs fram i Jordbruksverkets tillämpning av IPM.

Tabell 3. *Summering av viktigaste åtgärder för framgångsrik bekämpning av renkavle.*

Åtgärder
Arbeta förebyggande
Använd en varierad växtföljd
Var noggrann i odlingsåtgärder
Anpassa herbicidanvändningen
Använd alla tillgängliga bekämpningsmetoder – anpassa efter omständigheter

Att tänka på helheten och värdera insatser ur flera perspektiv är viktigt för att nå så stora positiva vinster som möjligt, ofta är metoder som är positiva ur en synvinkel inte positiva ur en annan. Exempel på detta är att även om mer jordbearbetning är positivt ur ett kontrollperspektiv och kan möjliggöra minskad användning av kemiska preparat så är det negativt ur andra aspekter som exempelvis näringsläckage. Detta gäller även för ökad andel vårsådda grödor där näringsläckaget ofta är större eftersom marken då lämnas obevuxen över vintern.

Referenslista

- Ahrné, K., 2012. *Sveriges framtida klimat, .I: Vässa växtskyddet för framtidens klimat.* (red, G. Berg), Jordbruksverkets rapport, 2012:10, 5-12
- Anderberg, A. 2000, *Den virtuella floran*, <http://linnaeus.nrm.se/flora/mono/poa/alopec/alopecmyo.html> [2014-10-23]
- Andersson, L. 2012. *Direkta och indirekta effekter av ett förändrat klimat på förekomsten av ogräs. I: Vässa växtskyddet för framtidens klimat, Bilaga 2.* (red. G. Berg) Jordbruksverket rapport, 2012:10
- Andersson, L., 2010. *Gräsogräs-biologi och kontroll* www.greppa.nu/download/18.1c0ae76117773233f780003566/C7+Gr%C3%A4sogr%C3%A4s.pdf [2014-10-20]
- Andersson, L. & Åkerblom Espeby, L., 2009. Variation in seed dormancy and light sensitivity in *Alopecurus myosuroides* and *Apera spica-venti*. *Weed Research* 49, 261-270.
- Andersson, L. & Milberg, P., 2006. Evaluating the potential northward spread of two grass weeds in Sweden. *Acta Agriculturae Scandinavica, Section B – Plant Soil Science*, 56:2, 91-95.
- Andersson, L. & Milberg, P., 2002. Vilka gräs blir ogräs?, FAKTA Jordbruk, nr. 4. Uppsala: SLU
- Andersson, R., 2009. *Renkavle – snabbt ökande ogräsproblem*. Borgeby: HIR Malmöhus åt Lantbrukarnas Riksförbund (Lantbrukarnas Riksförbund dnr. 08103)
- Baker, H.G., 1965. Characteristics and modes of origins of weeds. *The Genetics of Colonizing Species*. Academic Press: London.
- Ballingall, M., 2010. *Black-grass: Managing the Risk under Scottish Conditions*. Edinburgh: The Scottish Agricultural Collage. [Broschyr].
- Bertholdsson, N-O., 2011. Use of multivariate statistics to separate allelopathic and competitive factors influencing weed suppression ability in winter wheat, *Weed Research* 51, 273-283.
- Bertholdsson, N-O., 2012a. Höstvetets förmåga att allelopatiskt reducera tillväxten av renkavle – inventering av aktuella höstvetesorter och nya genkällor. LTJ-fakultetens faktablad, Partnerskap Alnarp SLU, 2012:25.
- Bertholdsson, N-O., 2012b. Allelopathy – A Tool to Improve the Weed Competitive Ability of Wheat with Herbicide-Resistant Black-Grass (*Alopecurus myosuroides* Huds.), *Agronomy*, 2, 284-294.
- Blair, A.M., Cussans, J.W., Lutman, P.J.W., 1999. A biological framework for developing a weed management support system for weed control in winter wheat: Weed competition and time of weed control. *Proceedings of the 1999 Brighton Conference – Weed*, 753-760.
- Bond, W., Davies, G., Turner, R., 2007. *The biology and non-chemical control of black-grass (Alopecurus myosuroides Huds.)*

- www.gardenorganic.org.uk/sites/www.gardenorganic.org.uk/files/organic-weeds/alopecurus-myosuroides.pdf [2014-10-20]
- Cavan, G., Cussans, J., Moss, S.R. 1999. Modelling strategies to prevent resistance in black-grass (*Alopecurus myosuroides*). *Proceedings of the 1999 Brighton Conference – Weed*, 777-782.
- Cook, S.K, Swain, A.J., Clarke, J., Moss, S., Hughes, Z., Orson, J., Powell, L., Creasey, A., Norman, K., Alford, J. 2006. *Improving crop profitability by minimum cultivation and exploiting grass weed ecology*. HGCA Project Report, No. 381, pp. 90. Home-Grown Cereals Authority, Stoneleigh Park Warwick, UK.
- Cussans, G., Moss, S.R., Pollard, F., Wilson, B.J., 1979. Studies of the effects of tillage on annual weed populations. *Proceedings of the EWRS Symposium, The influence of different factors on the development and control of weeds*, 115-122.
- Djurberg, A., 2014. *Integrerat Växtskydd – Regelverk och tillsyn*.
www.jordbruksverket.se/download/18.724b0a8b148f52338a33ed8/1413987201246/IPM+Regler.pdf [2014-12-15].
- Eckersten, H., Andersson, L., Holstein, F., Mannerstedt Fogelfors, B., Lewan, E., Sigvald, R., Torssell, B., Karlsson, S., 2008. *Bedömningar av klimatförändringars effekter på växtproduktion inom jordbruket i Sverige*. Uppsala: Institutionen för Växtproduktionsekologi, SLU (Inst f växtproduktionsekologi, SLU, rapport nr. 6, SLU)
- European Weed Science, 2008 *Society Constitution and Bye-Laws*,
www.ewrs.org/doc/ewrs_constitution_and_bye-laws_2007.pdf [2014-10-26]
- Farmers Guardian, 2013. *Time for a change of approach to black-grass control?*,
<http://www.farmersguardian.com/home/arable/time-for-a-change-of-approach-to-black-grass-control/?58567.article> [2014-12-08]
- Farmers Guide, 2015. *Don't overlook stale seedbed opportunities*.
<http://farmersguide.co.uk/page.aspx?p=219&article=2975> [2015-01-04]
- Fogelfors H. 2012. *Gräs i kulturlandskapet – lantbruk, park och trädgård*. Renkavle s. 16
<http://ograsradgivaren.slu.se/page/dokument/Grasfloran-2012.pdf> [2014-12-16]
- Heap, I., 2014a. Global perspective of herbicide-resistant weeds, *Pest management science*, 70, 1306-1315.
- Heap, I., 2014b. *The International Survey of Herbicide Resistant Weeds*.
<http://www.weedscience.org/Summary/SOADescription.aspx> [2014-11-05]
- Heap, I., 2014c. *The International Survey of Herbicide Resistant Weeds*.
<http://www.weedscience.org/Summary/Species.aspx> [2014-11-05]
- Holm, L., Doll, J., Holm, E., Pancho, J., Herberger, J. 1997. *World Weeds Natural Histories and Distribution*. New York: John Wiley&Sons, Inc.
- Jordbruksverket, Integrerat växtskydd – IPM, 2014.
<http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/odling/vaxtskydd/integreratvaxtskydd.4.765a35dc13f7d0bf7c42af0.html> [2014-12-15].
- Jordbruksverket, 2014. *Kemisk ogräsbekämpning 2014/2015*.
www2.jordbruksverket.se/download/18.37e9ac46144f41921cd32d4c/1411727480460/be20v7.pdf [2014-12-17]
- Jordbruksverket, Växtskyddscentralerna, 2014a. Ogräsbrev från Växtskyddscentralerna 2014-04-24, Nr 7. *Kemisk bekämpning av olika gräsogräs*.
www.jordbruksverket.se/download/18.37e9ac46144f41921cda938/1398333694688/Nr+7+Gr%C3%A4sogr%C3%A4s140424.pdf [2014-12-17]
- Jordbruksverket, Växtskyddscentralerna, 2014b. Ogräsbrev från Växtskyddscentralerna 2014-05-13, Nr 8. *Undersökning av herbicidresistens hos renkavle 2013*.
<http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/odling/vaxtskydd/ogras/ograsbrev/2014nyhetsarki>

- v/nr8undersokningavherbicidresistenshosrenkavle2013.5.37e9ac46144f41921cdf7c7.html [2015-02-18]
- Jordbruksverket, Växtskyddscentralerna, 2013a. Ogräsbrev från växtskyddscentralerna 2013-06-10, Nr. 11. *Kemisk bekämpning av olika gräsogräs*.
www.jordbruksverket.se/download/18.425b011913efa70e20e3079/1370864275858/Nr+10+Gr%C3%A4sogr%C3%A4s+130610.pdf [2014-12-17]
- Jordbruksverket, Växtskyddscentralerna, 2013b. Ogräsbrev från Växtskyddscentralerna 2013-05-03, Nr 8. *Herbicidresistens – renkavle undersökning 2012*
<http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/odling/vaxtskydd/ogras/ograsbrev/2013nyhetsarki/v/nr8herbicidresistensrenkavleundersokning2012.5.688ba44d13e5e4787a08000734.html> [2015-02-18].
- Lutman, P.J.W., Moss, S.R., Cook, S., Welham, S.J., 2013. A review of the effects of crop agronomy on the management of *Alopecurus myosuroides*. *Weed Research* 53, 299-213.
- Melander, B., 1995. Impact of drilling date on *Apera spica-venti* L. and *Alopecurus myosuroides* Huds. in winter cereals. *Weed Research*, 35, 157-166.
- Moss, S.R., 1983. The production and shedding of *Alopecurus myosuroides* Huds. seeds in winter cereal crops. *Weed Research*, 23, 45-51.
- Moss, S.R. & Clarke, J.H., 1994. Guidelines for the prevention and control of herbicide-resistant black-grass (*Alopecurus myosuroides* Huds.). *Crop Protection*, 13, 230-234.
- Moss, S.R. & Lutman, P., 2013, *Black-grass: the potential of non-chemical control*, Harpenden, Hearts UK: Rothamsted Research.
- Moss, S.R. & Hull, R., 2012. Quantifying the benefit of spring cropping for control of *Alopecurus myosuroides* (black-grass). *Aspects of Applied Biology*, 117, *Crop Protection in Southern Britain 2012*, 1-6.
- Moss, S.R., 2002. Herbicide-Resistant Weeds. I: Naylor, R.E.L., (red) *Weed Management Handbook*. 9th ed. Oxford: Blackwell Science Ltd., 225-252.
- Moss, S.R. & Perryman, S.A.M., Tatnell, L.V., 2007. Managing Herbicide-Resistant Blackgrass (*Alopecurus myosuroides*): Theory and Practice, *Weed Technology*, 21, 300-309.
- Moss, S.R., 2010. Non-chemical methods of weed control: benefits and limitations. *Seventeenth Australasian Weeds Conference*. Christchurch Convention Centre, Christchurch, New Zealand. 26-30 September 2010. S.M. Zydenbos (red), 14-19.
- Moss, S.R., 2013. *Black-grass (Alopecurus myosuroides) Everything you really wanted to know about black-grass but didn't know who to ask*. Harpenden, Hearts UK: Rothamsted Research.
- Naylor, R.E.L., & Lutman, P.J., 2002. What is a weed? I: *Weed Management Handbook*. 9th ed (red. Naylor, R.E.L.) Oxford: Blackwell Science Ltd., 1-15.
- Naylor, R.E.L., 1972a. Biological flora of the British Isles *Alopecurus myosuroides* Huds. *Journal of Ecology*, 60, 611-622.
- Naylor, R.E.L., 1972b. The nature and consequence of interference by *Alopecurus myosuroides* Huds. on the growth of winter wheat. *Weed Research*, 12, 137-143.
- Olsson, K.A., 2007. *Vad har hänt? – Floraförändringar i Skåne de senaste 50 åren*. Malmö: Länsstyrelsen i Skåne Län (97891-85587-78-0)
- Reade J.P.H. & Cobb, A.H., 2002. Herbicides: Modes of Action and Metabolism. I: Naylor, R.E.L. (red), *Weed Management Handbook*. 9th ed. Oxford: Blackwell Science Ltd., 134-170.
- Roberts, H.A. & Chancellor, R.J., 1986. Seed banks of some arable soils in the English midlands. *Weed Research*, 26, 251-257.
- SCB:a 2013-11-29. Höstsådda arealer av spannmål 2004-2013 hektar. <http://www.scb.se/sv/Hitastatistik/Statistik-efter-amne/Jord--och-skogsbruk-fiske/Jordbrukets-struktur/Hostsadda-arealer/9508/9515/27921/> [2014-11-23]

- SCB:b 2013-11-29. Höstsådda arealer av oljeväxter 204-2013, hektar. <http://www.scb.se/sv/Hitta-statistik/Statistik-efter-amne/Jord--och-skogsbruk-fiske/Jordbrukets-struktur/Hostsadda-arealer/9508/9515/27927/> [2014-11-23]
- Stratonovitch, P., Storkey, J., Semenov, M.A., 2012. A process-based approach to modelling impacts of climate change on the damage niche of an agricultural weed, *Global Change Biology*, 18, 2071-2080.
- Svenskt Växtskydd, 2014. *Resistens, herbicidresistens, fungicidresistens, insekticidresistens*. [Elektronisk] Stockholm: Svenskt Växtskydd: upplaga 3. [Broschyr]. www2.jordbruksverket.se/download/18.724b0a8b148f52338a35a5d/1414588038324/ovr292v3.pdf [2014-12-18]
- Thurston, J.M., 1972. Blackgrass (*Alopecurus myosuroides* Huds.) and its control. *Proceedings of the 11th British weed Control Conference*, 977-987.
- Wilson, B.J. & Brain, P., 1991. Long-term stability of distribution of *Alopecurus myosuroides* Huds. within cereal fields, *Weed Research*, 31, 367-373.